



**EPFL**













1

Enseignant: Terrettaz  
Chimie - CMS  
15 juin 2023  
Durée : 105 minutes

SCIPER :

Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page. Ce document est imprimé recto-verso, il contient 8 questions sur 8 pages, les dernières pouvant être vides. Ne pas dégrafer.

- Posez votre **carte d'étudiant.e** sur la table.
- Document autorisé: aide mémoire manuscrit 1 page A4 (recto uniquement)
- **Aucun** autre document n'est autorisé.
- L'utilisation d'une **calculatrice** et de tout **outil électronique** est **interdite** pendant l'épreuve.
- Pour les questions à **choix multiple**, on comptera :
  - + 3 points si toutes les 4 réponses sont correctes,
  - + 1.5 points si 3 réponses sont correctes,
  - + 0 point dans les autres cas.
- Utilisez un **stylo** à encre **noire ou bleu foncé** et effacez proprement avec du **correcteur blanc** si nécessaire.
- Répondez dans l'espace prévu (**aucune** feuille supplémentaire ne sera fournie).
- Les brouillons ne sont pas à rendre: ils ne seront pas corrigés.

Respectez les consignes suivantes   Observe this guidelines   Beachten Sie bitte die unten stehenden Richtlinien		
choisir une réponse   select an answer Antwort auswählen	ne PAS choisir une réponse   NOT select an answer NICHT Antwort auswählen	Corriger une réponse   Correct an answer Antwort korrigieren
  		 
ce qu'il ne faut <b>PAS</b> faire   what should <b>NOT</b> be done   was man <b>NICHT</b> tun sollte		
     		

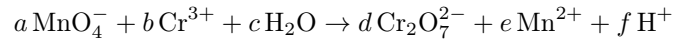


## Première partie, questions à choix multiple

Pour chaque question, marquer les cases correspondantes aux réponses correctes sans faire de ratures.  
On propose une liste d'affirmations. Indiquer lesquelles sont vraies ou fausses.

### Question 1 (3 points)

On considère la réaction rédox suivante équilibrée avec les coefficients stoechiométriques entiers les plus petits possible:



Donnée : le degré d'oxydation de l'oxygène vaut -2 dans toutes les molécules

La somme des coefficients  $(a + b + c + d + e + f)$  est égale à 58 ☐ VRAI ☐ FAUX

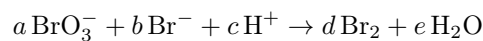
$b = c$  ☐ VRAI ☐ FAUX

Le degré d'oxydation de Mn dans  $\text{MnO}_4^-$  vaut +7 ☐ VRAI ☐ FAUX

$\text{Cr}^{3+}$  est le réducteur ☐ VRAI ☐ FAUX

### Question 2 (3 points)

On considère la réaction rédox suivante équilibrée avec les coefficients stoechiométriques entiers les plus petits possible:



Donnée : le degré d'oxydation de l'oxygène vaut -2 dans toutes les molécules

La somme des coefficients  $(a + b + c + d + e)$  est égale à 18 ☐ VRAI ☐ FAUX

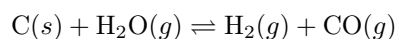
$d = e$  ☐ VRAI ☐ FAUX

$\text{Br}^-$  est le réducteur ☐ VRAI ☐ FAUX

$\text{H}^+$  est l'oxydant ☐ VRAI ☐ FAUX

### Question 3 (3 points)

Soit la réaction endothermique suivante à l'équilibre dans un système fermé:



Les perturbations suivantes permettent de déplacer l'équilibre vers les produits:

L'ajout de  $\text{C}(s)$  ☐ VRAI ☐ FAUX

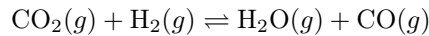
Le retrait de  $\text{CO}(g)$  ☐ VRAI ☐ FAUX

L'augmentation de volume ☐ VRAI ☐ FAUX

L'augmentation de température ☐ VRAI ☐ FAUX

**Question 4** (3 points)

La réaction suivante est effectuée à volume constant et à une température où la constante d'équilibre vaut 0.52. (La pression de référence  $P^0$  est égale à 1 bar).

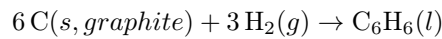


Un mélange gazeux où la pression partielle de chacun des réactifs et des produits vaut 1 bar atteint l'équilibre de la façon suivante:

- |   |                          |      |                          |      |
|---|--------------------------|------|--------------------------|------|
| La réaction évolue vers les réactifs                            | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| La pression d'équilibre de $\text{CO}_2$ est supérieure à 1 bar | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| La pression d'équilibre de $\text{CO}$ est supérieure à 1 bar   | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| La pression totale à l'équilibre est égale à 4 bar              | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |

**Question 5** (3 points)

Soit la réaction suivante aux conditions standard:



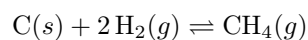
Données: L'enthalpie de formation ( $\Delta_f H^0$ ) de  $\text{C}_6\text{H}_6(l)$  est égale à 49 kJ/mol.

$\text{C}(s, \text{graphite})$  et  $\text{H}_2(g)$  sont les états les plus stables du carbone et de l'hydrogène aux conditions standard.

- |  |                          |      |                          |      |
|--|--------------------------|------|--------------------------|------|
| $\Delta_r H^0 > 0$   | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| $\Delta_r S^0 > 0$   | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| La réaction est spontanée aux températures supérieures à $\Delta_r H^0 / \Delta_r S^0$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| La réaction est spontanée aux températures inférieures à $\Delta_r H^0 / \Delta_r S^0$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |

**Question 6** (3 points)

La réaction suivante est effectuée à volume constant et à une température où la constante d'équilibre vaut 0.5. (La pression de référence  $P^0$  est égale à 1 bar).



Les quantités suivantes, introduites dans un réacteur vide, aboutissent à un équilibre chimique où la pression partielle de  $\text{H}_2$  est supérieure ou égale à 1 bar.

- |   |                          |      |                          |      |
|---|--------------------------|------|--------------------------|------|
| Excès $\text{C}(s)$ et 1 bar $\text{H}_2(g)$    | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| 1 bar $\text{CH}_4(g)$                          | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| 1 bar $\text{CH}_4(g)$ et 1 bar $\text{H}_2(g)$ | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |
| 0.8 bar $\text{H}_2(g)$                         | <input type="checkbox"/> | VRAI | <input type="checkbox"/> | FAUX |



## Deuxième partie, questions de type ouvert

Répondre dans l'espace dédié. Votre réponse doit être soigneusement justifiée, toutes les étapes de votre raisonnement doivent figurer dans votre réponse. Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur.

**Question 7:** Cette question est notée sur 16 points.

<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	11	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	13	<input type="checkbox"/>	14	<input type="checkbox"/>	15
<input type="checkbox"/>	16																														

On dispose des trois solutions aqueuses suivantes dont le pH est égal à 3.0 à 25 °C:

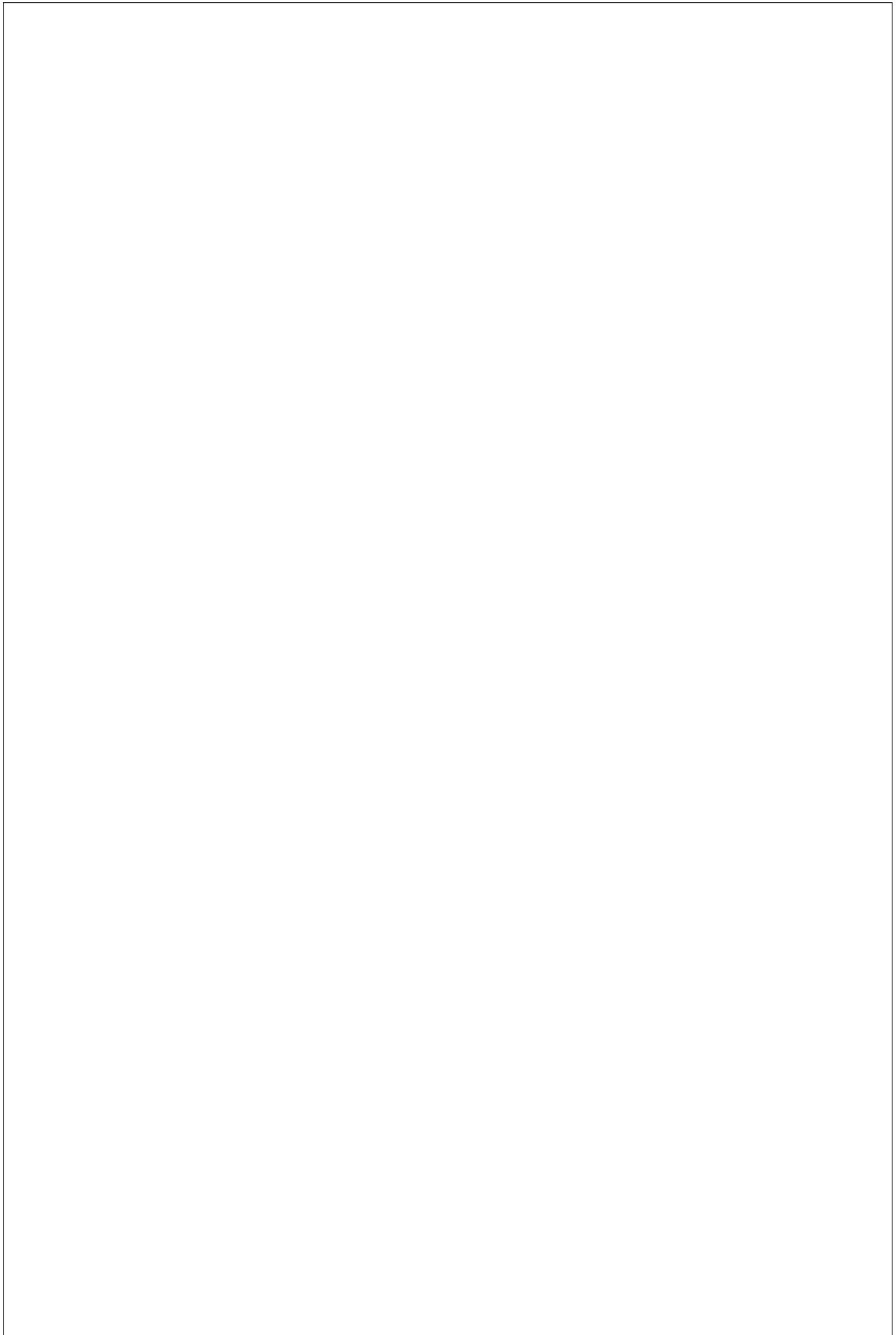
- Solution A qui contient un acide faible HA
- Solution B qui contient un mélange équimolaire de l'acide faible HB et de sa base conjuguée B<sup>-</sup>
- Solution C qui contient l'acide fort HCl

Lorsqu'on dilue ces solutions d'un facteur 10 dans de l'eau. (On passe de 10 mL de la solution d'origine à 100 mL de solution en ajoutant de l'eau), on obtient, dans le désordre, les valeurs de pH suivantes 4.0, 3.5 et 3.0 à 25 °C

- Relier chaque solution à son pH mesuré dans la solution diluée, justifier votre choix.
- En sachant que le pK<sub>a</sub> de l'acide faible HA vaut 5, calculer la concentration initiale de HA dans la solution de pH égal à 3.
- Calculer la constante de basicité K<sub>b</sub> de la base B<sup>-</sup>



+1/5/56+

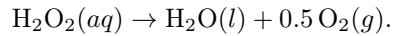




**Question 8:** Cette question est notée sur 16 points.

<input type="text"/>	0	<input type="text"/>	1	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	3	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>	5	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>	7	<input type="text"/>	8	<input type="text"/>	9	<input type="text"/>	10	<input type="text"/>	11	<input type="text"/>	12	<input type="text"/>	13	<input type="text"/>	14	<input type="text"/>	15
<input type="text"/>	16																														

Soit la décomposition du peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$  en solution aqueuse selon la réaction suivante



Cette réaction dont l'énergie d'activation est égale à  $75 \text{ kJmol}^{-1}$  suit une cinétique d'ordre 1. On observe que la concentration en  $\text{H}_2\text{O}_2$  de 100 mL d'une solution aqueuse passe de 0.1 à 0.075 mol/L en 65.7 minutes à  $40^\circ\text{C}$  (sans changement de volume).

- (a) Calculer la constante de vitesse de la réaction à  $40^\circ\text{C}$ .
- (b) Le gaz  $\text{O}_2$  résultant de 65.7 minutes de décomposition de la solution de  $\text{H}_2\text{O}_2$  décrite dans l'énoncé est recueilli dans un ballon de 2 L. Calculer sa pression à  $40^\circ\text{C}$ .
- (c) Calculer la température à laquelle la solution de  $\text{H}_2\text{O}_2$  devrait être conservée pour que son temps de demi-vie soit multiplié par 20 (par rapport au temps de demi-vie mesuré à  $40^\circ\text{C}$ ).

Donnée : La constante des gaz parfaits vaut  $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  ou  $8.314 \times 10^{-2} \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$



+1/7/54+

